昆 虫 学 報
第5卷 第4期 1955年12月

松毛虫*卵寄生蜂的生物学考查及其利用**

祝汝佐

(浙江農学院)

在苏联应用黑卵蜂防治松毛虫，得到成效之後，中國松毛虫的生物防治問題引起國內各方面的重視。要採用生物防治应首先進行一系列的調查研究，了解自然界天敌的种類、分佈情況、防治效率、在生活上和环境条件上存在那些缺點及問題，才会对症下藥得到正確有效的利用方法。國內过去对於生物防治的調查研究做得很少，就作者現有資料，在發生松毛虫的吉林、遼寧、河北、山东、安徽、江苏、浙江、台灣、福建、江西、湖南、廣东、廣西、貴州、雲南等15个省已發現寄生蜂45种，其中寄生於卵期的有12种，分佈最廣，防治效能較大的有以下三种：

一. 松毛虫黑卵蜂（*Telenomus dendrolimusi* Chu）

二. 赤眼蜂（*Trichogramma evanescens* Westwood）

三. 平腹小蜂（*Anastatus gastropachae* Ashmead）

为了应用上的需要乃於1934年着手以上三种蜂的生物学考查，抗战發生，这一工作即中断。解放之後，政府重視松毛虫的生物防治，在中國科学院昆虫研究所的領導下，已展開了这一富有廣濶前途的防治研究工作。因之，需要把过去的不完整記錄加以整理並参考了苏联先進經驗和關於利用方法上个人不成熟的意見，提供参考。这裏錯誤和不確当之处，一定很多，还請專家多多指正。

(一) 松毛虫黑卵蜂

此蜂於1934年6月11日由浙江湯溪第一化松毛虫卵內羽化，原記載發表於昆虫

---

* 主要是为害馬尾松的松毛虫 *Dendrolimus spectabilis* Butler 和东北落葉松的西伯利亚松毛虫 *Dendrolimus sibiricus* Tschtur。

** 關於卵寄生蜂的利用方法承昆虫研究所副所長蔡邦華教授給我許多宝貴的指示和意見。在飼育工作中也得到胡永錫同志的协助，特此誌謝。

与植病 5(4—5), 60—63, 圖 4, 1937。國內松毛虫發生地區都已發現，东北落葉松西伯利亚松毛虫和各地馬尾松松毛虫卵都有此蜂寄生。國外在朝鮮亦有發現。是防治松毛虫最有希望的天敌。

1. 生活年史　在杭州室温下考查，一年發生 10 化，以成虫越冬，次年三月中旬活動，五月中旬才有一化松毛虫卵供產卵寄生。一世代經过最短的第 6 化 11 天，卵和幼虫期 6 天，蛹期 5 天，平均温度 30°C 最長的是第 10 化，經过 53 天，卵和幼虫期經 32 天，蛹期 21 天，平均温度 14.8°C. 卵和幼虫期个別僅 5 天，蛹期也只有 4 天。在第 10 化中許多寄生的卵化蛹後，可能因温度过低，在 12 月間已不能羽化(表 1)。

表1 松毛虫黑卵蜂生活年史(杭州, 1936)

化次	試用蜂數	產卵期	化蛹期	羽化期	一世代經过天數			平均温度(°C)
					卵和幼虫	蛹	全期	
1	—	—	—	17/VI-22/VI	—	—	—	—
2	10	17/VI-22/VI	—	30/VI-10/VII	—	—	12—12.8—18	28.0
3	9	30/VI-1/VII	9/VII	13/VII	8—9	4	12—12.8—13	28.1
4	4	13/VII	18/VII-19/VII	25/VII-28/VII	5—6	7—10	12—13.8—15	28.3
5	7	26/VII-28/VII	2/VIII-5/VIII	8/VIII-14/VIII	7—8	6—9	13—15.0—17	28.7
6	7	8/VIII-14/VIII	14/VIII-20/VIII	19/VIII-26/VIII	6	5—7	11—11.6—12	29.3
7	10	19/VIII-20/VIII	25/VIII-27/VIII	31/VIII-1/IX	6—7	5—6	12—12.1—13	27.1
8	10	31/VIII	6/IX	11/IX-15/IX	6	5—9	11—12.3—15	27.0
9	6	11/IX-12/IX	21/IX	1/X-6/X	9—10	10—15	20—21.7—24	23.1
10	1	-5/X	6/XI	27/XI	32	21	53	14.8

2. 生殖力和寄生力　雌蜂的產卵數和寄生的寄主數会影响繁殖和殺虫效能，据 1936 年考查，一雌蜂的產卵數最多 48 粒，最少 21 粒，12 母蜂產卵的平均記錄为 39粒(苏联的松毛虫黑卵蜂 *Telenomus verticilatus* Kieff. 可產 50—120 卵，平均 80—85 卵)；一雌蜂能寄生的寄主卵數，最多 14 个，最少 6 个，12 母蜂平均 11 卵(表 2)。

据东安松毛虫工作組的考查，在室內一雌蜂能寄生松毛虫卵 1—50 个，各代平均 11.88 个，以第七代最多，平均 18.7 个。

一寄主卵能發育完成的蜂數，一般隨寄生卵的大小和蜂的密度有差異。据 1936 年在湯溪野外採的松毛虫第一化卵，分别处理檢查結果，一松毛虫卵內最多羽化 7 头佔全卵數的 0.45%；最少 1 头佔 5.91%，以 3 头者佔最多數達 48.18%；次之为 4 头佔 20.91%；總平均 3.25 蜂(表 3)。

1954 年湖南东安松毛虫工作組的考查，在室內飼育的黑卵蜂 8 月間 77 卵，一松

表2　松毛虫黑卵蜂產卵考查(杭州，1936)

化次及母蜂号	發育時期	被寄生卵數	子蜂數		
			♀	♂	和
I. 1	22/VII—10/VIII	13	40	6	46
2	22/VII—10/VIII	11	40	7	47
3	22/VII—10/VIII	14	41	7	48
4	22/VII—10/VIII	14	40	7	47
平均及性比		13	87.5%		46
III. 1	14/VII—26/VII	9	31	8	39
2	14/VII—26/VII	7	0	24	24
3	14/VII—26/VII	9	1	20	21
平均及性比		8.33	53.33%		28
V. 1	17/VIII—30/VIII	13	0	47	47 *
2	17/VIII—30/VIII	14	7	31	38
3	17/VIII—30/VIII	6	0	26	26 *
4	17/VIII—30/VIII	11	20	27	47
5	17/VIII—31/VIII	11	0	38	38 *
平均及性比		13	31.76%		39.2
總平均及性比		11	66.07%		39

* 未加入計算性比。

表3　湯溪第一化松毛虫卵每卵羽化蜂數的考查(1936)

一寄主卵蜂數	檢查寄主卵數	不同蜂數的百分率	性比		
			♀	♂	%
1	13	5.91	13	0	100.00
2	27	12.27	44	10	81.48
3	106	48.18	277	41	87.11
4	46	20.91	156	28	84.78
5	24	10.91	104	16	86.67
6	3	1.36	14	4	77.78
7	1	0.45	6	1	85.71
和	220	100.00	614	100	85.99

毛虫卵有2—8蜂，平均4.56头。九月間166卵，一卵有1—5蜂，平均3.6头。蜂多寄主少時，在六月間進行飼育，35卵檢查結果，每卵可有2—9蜂，平均6.2头。据遼寧清原落葉松松毛虫工作組的記載，一卵內最多產卵17个，平均7个。苏联的松毛虫黑卵蜂在每一寄主卵內，可產1—24卵，平均10—11头。

3. 性比　在各化室內飼育結果，性比变異很大，最高達84.91%，如第三化；最低的第九化雌蜂僅佔11.88%，一般多在60%以上(表4)。

表4　松毛虫黑卵蜂性比考查(杭州，室內，1936)

化次	蜂數	雌蜂百分率
2	694	41.64
3	762	84.91
4	147	80.95
5	364	79.40
6	1610	70.87
7	3234	64.87
8	1753	32.34
9	261	11.88

在自然界中性比亦多变化，1935年和1936年在浙江長兴、湯溪及南京採卵檢查結果都在70%以上，最高達90.48%。一般第一化松毛虫卵的黑卵蜂性比較第二化卵为高(表5)。

表5　林中松毛虫黑卵蜂性比考查

松毛虫化次	長兴 (1935)	湯溪 (1936)	南京 (1936)	东安 (1954)
第一化	90.48%	85.99%	85.27%	86.08%
第二化	73.16%	—	78.09%	—

东安室內飼育最高性比为第三化松毛虫黑卵蜂達73.08%，最低第十化29.01%。

4. 寿命　寿命受温度的影响最大，室內一般在24—30°C時可生活12天(♀)或10天(♂)，18—24°C時可延長達30天(♀)或24天(♂)，10°C以下即蟄伏。1936年在室內考查各化蜂的寿命，結果如表6。以寄主卵準备不足，致第10化蜂很少，越冬雌蜂最後一头，至次年2月16日死亡。

成虫冷藏可稍延寿命，但它的冷藏期沒有超过最長寿命。曾用第一化松毛虫黑卵蜂羽化後，於1936年6月24日放入4—7°C的冰箱中，雌蜂15天內死亡2.5%；16—20天內死亡57.5%；21—25天內死亡20%；26—30天死亡20%，寿命最短14天，7月8日死，最長的29天，7月23日死。40雌蜂冷藏結果平均寿命21.35天，一雄蜂7月11日死，僅17天(表7)。

冷藏後的產卵數和其他生活情況沒有观察，今後对冷藏最適温度及時間与生活力的關係，应該作詳細的了解。

表 6　室內松毛虫黑卵蜂壽命考查(1936—1937)

化次	生　活　時　間		♀			♂			試用蜂數
			最長	最短	平均	最長	最短	平均	
1	18/VI—1/VII	天　數	10	3	5.15	6	2	3.2	♀ 142 头
		平均溫度	27.6	26.8	27.3	25.8	24.2	25.7	♂ 5 头
2	1/VII—12/VII	天　數	12	4	6.39	8	4	6.58	♀ 165 头
		平均溫度	28.0	24.6	25.7	26.3	24.6	26.0	♂ 73 头
3	13/VII—20/VII	天　數	7	1	3.85	7	1	3.24	♀ 249 头
		平均溫度	26.7	27.6	27.8	26.7	27.6	27.8	♂ 42 头
4	28/VII—8/VIII	天　數	11	3	8.34	10	3	6.33	♀ 68 头
		平均溫度	28.1	30.4	28.6	28.1	30.4	29.3	♂ 15 头
5	8/VIII—19/VIII	天　數	10	1	4.73	8	2	4.02	♀ 122 头
		平均溫度	30.3	32.1	30.1	30.3	28.3	29.9	♂ 41 头
6	19/VIII—29/VIII	天　數	10	1	3.73	7	1	3.22	♀ 278 头
		平均溫度	27.9	28.7	28.1	27.7	28.7	28.3	♂ 219 头
7	31/VIII—30/IX	天　數	30	1	5.23	7	1	3.69	♀ 111 头
		平均溫度	23.3	25.7	27.1	23.1	25.7	26.6	♂ 72 头
8	11/IX—10/X	天　數	29	2	5.36	24	2	3.53	♀ 93 头
		平均溫度	21.7	22.7	22.6	22.1	22.7	23.2	♂ 198 头
9	1/X—26/X	天　數	25	2	10.55	19	2	11.44	♀ 22 头
		平均溫度	18.6	21.5	20.2	18.9	21.5	20.1	♂ 135 头
10	27/XI—16/II	天　數	81	60	67	—	—	—	♀ 3 头
		平均溫度	4.9	4.9	4.9	—	—	—	越　多

表 7　松毛虫黑卵蜂冷藏壽命考查

天　數	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
死亡數	1	0	0	5	7	4	7	0	0	3	1	4	4	0	0	4	0
死亡率	2.50%		57.50 %					20.00 %					20.00 %				

1954 年东安松毛虫工作組室內考查寿命雌比雄長，各化平均 1.20—10.5 天，最高 27 天(♀)或 17 天(♂)。在 6 月下旬至 7 月上旬，林中受精的♀♂最高 11 天，平均♀ 8.24 天，♂ 6.4 天。未受精的♀ 2—10 天，平均 6.05 天，♂ 1—14 天，平均 8.05 天。溫度高寿命即顯著縮短，在 8 月 18—28 日林中平均寿命 1.04—2.97 天，最高 4 天。

5. 傳播　　寄生蜂的傳播能力大小是決定蜂的有效程度标準之一，一般黑卵蜂都有寄附在寄主的雌成虫体上的習性，隨着它飛翔，因之寄主的成虫飛到那裏，黑卵蜂也会跟到那裏，成虫產下卵，黑卵蜂即登卵上產卵寄生，这是一般黑卵蜂的优越品

質之一。在林中常常看到松毛虫一產卵後即見黑卵蜂在上產卵，但还沒有發現到寄附現象，以後应在林中進行仔細檢查。

苏联的松毛虫黑卵蜂在松毛虫飛翔和產卵時期，能飛達300米。据东安松毛虫工作組的飛翔測定一次飛行平均2.21米，一雌蜂繼續飛了13次，全長達28.37米。

6. 補充寄主　松毛虫黑卵蜂选擇寄主頗为專一，除松毛虫卵外，尚未發現其他寄主。僅东安松毛虫工作組於1954年7月間採到灯蛾一只，產卵供黑卵蜂寄生，8月10日接种，經16天至8月26日羽化，一寄主內發育蜂數1—3头。

7. 越冬　此蜂以受精雌成虫越冬，雄蜂交配後即死亡。在自然界的越冬位置还沒有完全了解，一般多隱藏在樹皮下、松稍上、地被物上；春季活動後，移到隣近濶葉樹上，找尋蜜源和寄主。

在越冬期內，由於气候不適，食料缺乏，被捕食和春季不得寄主而死亡者很多，在浙江第10化蜂11月下旬羽化，至次年5月中旬才有松毛虫卵可寄生，要經过近6个月之久，在黑卵蜂的生存和繁殖上是一个重大缺點。因此每屆冬季和春季黑卵蜂的數量，要大大減少，以致第一化松毛虫卵寄生率往往比第二化卵寄生率小得多。

8. 活動　新蜂羽化由卵上端一側，間有在兩側或頂端，咬成小圓孔，口緣整齐，孔徑0.223—0.335毫米。羽化走出後，需要取食糖汁，因此往往飛集蜜源植物上吸取蜜汁，遇到異性隨即交尾產卵，不遇雄蜂，能营孤雌生殖，下代子蜂全部为雄性。

日中活動，有趨光性，室內培育時可利用光的刺激使集中產卵。

9. 寄生率的消長　黑卵蜂的寄生率，隨時隨地有变化，可以标誌着松毛虫为害过程的趨向，一般第一化松毛虫卵寄生率很低，不超过10%，第二化卵的寄生率能提高數十倍（表8及9）。在松毛虫猖獗初期，黑卵蜂寄生率不大，可能不及赤眼蜂多，以後逐漸增加，在大猖獗後二年，黑卵蜂佔优势，赤眼蜂即少。

黑卵蜂在林木中寄生情況，一般以林中寄生率大於林緣。赤眼蜂則相反以林緣較多。

表8　浙江松毛虫黑卵蜂寄生率考查(1954)

地　點	松毛虫一化卵寄生率%	松毛虫二化卵寄生率%
常　山	2.68	45.29
江　山	4.99	31.79
湯　溪	3.68	27.02
寿　昌	0.55	44.20
东　陽	2.57	17.87

表9 松毛虫黑卵蜂寄生率考查(1936)

地 點	松毛虫一化卵寄生率%	松毛虫二化卵寄生率%
長 兴（香 山）	7.24	77.77
句 容（九華山）	1.39	67.15
南 京*（鍾 山）	9.10	5.23

* 平腹小蜂一化 0.46%，二化 71.79%

（二） 赤眼蜂

这蜂是最普遍的卵寄生蜂，寄主多，分佈廣，在國內东北、華北、華东、中南及西南都已發現，凡松毛虫發生之处，它的卵都有赤眼蜂寄生，是有效卵寄生蜂之一。在國外亞洲其他各國和歐洲也有發現。

1. 生活年史　在浙江自然环境中一年可生活 8 个月，自 4 月上旬至 12 月上旬，有 18—19 世代。每一世代經过最短 6 天，如 7 月 16 日接种，7 月 22 日羽化，平均气温 32.9°C；最長 26，天如 10 月 18 日接种，11 月 13 日羽化，平均气温 19°C；越冬世代可經过 5 个月，在 12 月上旬以蛹在寄主卵內越冬，次年 4 月上旬羽化，最長 149 天，平均 146.4 天。

根据室內考查，各世代發育經过時間，与温度影响最大。平均气温在 20°C 以下時，經过 20 天以上；21—27°C 間，要 9—14 天；在 27°C 以上時，僅需 6—8 天。卵和幼虫期需經 3—23 天，蛹期 3—16 天，隨温度而变化。1935—1936 年的考查結果(表 10)。

表10 赤眼蜂的發育經过

發育經过天數			平均温度 (°C)
卵和幼虫	蛹	全期	
3	3	6	32.9
3	4	7	31.4
3	5	8	30.4
4	4	8	29.3
4	5	9	26.6
6	4	10	25.1
7	5	12	24.0
7	7	14	22.9
10	13	23	19.2
10	16	26	19.0
23	124*	147*	13.9**

* 越冬。

** 指產卵至化蛹期間平均温度。

一般平均温度在33—27°C間，卵和幼虫期經3—4天，蛹期3—5天；在27—21°C時，卵和幼虫期經4—7天，蛹期亦4—7天；在21°C以下，卵和幼虫期需10天以上，蛹期13天以上。

2. 生殖力和寄生力　一雌蜂的產卵數是决定繁殖率的主要因素之一，一头赤眼蜂產卵於松毛虫卵內，能發育完成的蜂數最多121头，最少5头，平均66.86头。一雌蜂能寄生的松毛虫卵數最多16粒，最少2粒，平均8.09卵。供給的寄主卵充分，能增加生殖力，減少过寄生死亡現象。据苏联 M. Φ. 柯瓦列娃的試驗，用夜蛾卵繁殖，赤眼蜂与寄主卵之比在1:2至1:4時，有76—28%的卵因过寄生而萎乾，寄生率由24%至68%。卵數增多，有效寄生率逐漸增大，乾萎的卵減少，在1:10時寄生率達90%，可無过寄生現象。

一寄主卵內能發育完成的蜂數，隨寄主卵的大小而異。粟螟（*Pyrausta nubilalis* Hübn.）最多寄生4蜂，桑螟（*Margaronia pyloalis* Wk.）4蜂，茶尺蠖（*Ectropis obliqua* Warr.）5蜂，桑尺蠖（*Hemerophila atrilineata* Butl.）、桑毛虫（*Arctornis chrysorrhoea* L.）及白毛虫（*Acronycta major* Brem.）7蜂，人紋灯蛾（*Spilosoma obliqua* Wk.）12蜂，松毛虫卵可寄生33蜂（平均19.9蜂）。

3. 性比　赤眼蜂的性比，隨生活条件不同而变異，一般雌性比雄性多一倍。寄主卵愈小雌性愈少，如桑螟卵寄生的赤眼蜂性比为58.05%，粟螟卵为64.04%，桑尺蠖卵較大，有67.9%，松毛虫卵更大，故性比都在84%以上，最高如1936年南京鍾山第一化松毛虫卵可達96.89%（表11）。

表11 第一化松毛虫卵赤眼蜂性比考查

地點及年份	雌蜂百分率
湯溪 (1934)	84.11 %
長兴 (1935)	87.57 %
句容 (1936)	90.04 %
南京 (1936)	96.89 %
东安 (1954)	89.60 %

供給寄主卵多少，也会影响性比，寄主卵充足，不僅能提高有效寄生率，減少过寄生的死亡，由於过寄生的影响，致雌性比雄性死亡較多，因此过寄生減少同時会提高雌性比例。

4. 寿命　赤眼蜂的寿命受气温的影响很为顯著。根据室內观察得到下列的情况：

15°C 以下：雌蜂可生活 53 天，雄的較短最多 37 天。

15—20°C：生活 5 天。

20—25°C：生活 3 天。

25°C 以上：生活 2 天，至 30°C 以上時，有不滿 24 小時即死。

寿命長短会影响產卵數，一般在羽化後 12 小時內可產出 40% 的卵，48 小時內產出 76%。無寄主並不影响寿命，未及時供給寄主，会減少產卵數。

成虫冷藏於適当低温下，可稍延寿命，在 4—7°C 冷藏中，雌蜂最長可生活 7 天，雄蜂 5 天，3 天內死亡 35.16%，5 天內死亡 93.11%。但冷藏成虫可能影响產卵數，非必要時，一般不用成虫冷藏。

5. 傳播　　赤眼蜂的飛翔力很薄弱，据苏联植物保護研究所的試驗，沒有風時，在它生活期間，不会超过 15 米以外。又据 П. Ф. 索波利和 Е. И. 格盧霍沃伊的試驗結果，夜蛾赤眼蜂的傳播情况如下：

离放蜂點的距离	寄生率
1 米內	96.1%
10 米內	60.6%
25 米內	30.2%
40 米內	26.3%
50 米外	稀有

由於赤眼蜂的傳播力不大，在放蜂時不能距离太大，会影响寄生率，一般在一公頃面積內分散在 50 个或更多的點上，尤其是虫口密度不大時，點要密些，每點放蜂數可減少。在苏联每公頃放蜂 10,000—20,000 头，可視当地需要情况而决定。

6. 補充寄主　　赤眼蜂寄主範圍很廣，鱗翅目、双翅目、鞘翅目、廣翅目、脉翅目、膜翅目及半翅目中都有它的寄主，尤以鱗翅目卵为最多，但过小的穀蛾卵、卵殼坚韌的舞蛾卵和家蚕卵不能寄生。未受精卵在未萎癟前，未產出卵由人工取出和冷藏致死的卵，都能照常產卵寄生。寄主胚胎發育程度与赤眼蜂產卵的影响不大，一般在產出之日至孵化前一日均能產卵寄生。

寄主种類不同会影响赤眼蜂的生活力，是选擇寄主的重要条件之一。

赤眼蜂寄主不專一，產卵寄生不集中，在自然界的寄生率往往呈不規則的波浪式，由於各時期各种寄主存在的虫口多少而異，因之，应用它來散放难於掌握，是赤眼蜂的主要缺點之一。

7. 越冬和冷藏　　赤眼蜂以蛹在寄主卵內越冬比較安全，但由於寄生在落葉樹

葉上虫卵的赤眼蜂，隨葉脫落，会遭遇到損失。越冬的寄主卵適合与否，也会影响它的生命，松毛虫卵內赤眼蜂蛹越冬經130天至次年4月都羽化。試用斜紋夜盜蛾(*Prodenia litura* L.)卵及桑尺蠖卵在蟄伏期中都先後死亡。

繁殖赤眼蜂往往需要冷藏，以調節寄主和準备放蜂之用。冷藏虫期、温度、時間及寄主种類都会影响蜂的生活力。最適宜的冷藏虫期为老熟幼虫期，初孵化及將羽化最易死亡。最適温度为4—7°C。要比較長期冷藏，应选擇適当的寄主和適当時間。曾用已被寄生化蛹的松毛虫卵放入4—7°C冷藏箱中，經一週取出，次日即羽化；經四週取出，亦次日羽化；五週以上即死亡。有用夜蛾(*Catocala* sp.)卵在4°C冷藏，可經4—9个月，取出即羽化。苏联用赤眼蜂寄生的夜蛾卵，在-18—20°C雪下能保持6—7个月，到春天一齐羽化。

寄主卵的冷藏有殺死卵的作用，仍可供寄生之用，一化松毛虫卵放入7—10°C冷藏，經二个月能孵化者很少。二化松毛虫卵冷藏三个月已無孵化，还可供寄生，放蜂時即可減少危險。但是用它培育的赤眼蜂是否会影响生活力，要待進一步研究。苏联用松毛虫卵繁殖赤眼蜂，常放入-2—2°C冷藏器，可經8—9个月，取出供接种繁殖之用。

8. 活動　羽化後即行交尾，交尾後即產卵，在羽化後兩天內，已產出大部分卵。成虫於晴天最活躍，有趨光性，它的交尾多在有光处，不交尾会行孤雌生殖，子代全部为雄蜂。

產卵後常从產卵孔中取食寄主卵內汁液，寄主卵被產卵器刺伤，而未產入卵者，卵亦会死亡。

寄主卵大，蜂体亦大，在遼寧清原落葉松的西伯利亚松毛虫卵內寄生的赤眼蜂，体大達0.96毫米，比一般赤眼蜂大一倍多。

赤眼蜂喜在林边活動，尤其是樹冠的上面和中間才有存在，林中央很少。在松毛虫大發生初期，赤眼蜂和黑卵蜂同時有，在林緣赤眼蜂佔优势，以後黑卵蜂逐漸增加，赤眼蜂会減少，可能由於黑卵蜂幼虫把同寄生的赤眼蜂幼虫殺死所致。

赤眼蜂羽化時由卵的一端側面，咬一圓形羽化孔走出。口緣整齐，直徑0.111—0.204毫米，平均0.186毫米。

9. 寄生率的消長　赤眼蜂在松毛虫卵上的寄生率很不規則，由於各地區和各時期補充寄主的多少而有变化，因此在应用時很难掌握。据各地採集檢查結果如表12。

表12 松毛虫卵赤眼蜂寄生率的考查*

地點及年份	第一化寄生率	第二化寄生率
長兴 (1935)	28.63	9.01
南京 (1936)	0.22	0.98
句容 (1936)	0.05	—
东安 (1954)	2.51	33.45
常山 (1954)	1.83	9.05
江山 (1954)	0.45	4.47
湯溪 (1954)	0.38	4.02
寿昌 (1954)	0.65	19.44
东陽 (1954)	1.59	10.03

* 1954年的資料是参考东安松毛虫工作組及浙江省常山松毛虫工作組的工作報告。

(三) 平腹小蜂

平腹小蜂也是常見的馬尾松松毛虫卵寄生蜂之一，1934年首先在浙江湯溪發現，以後浙江、江苏及湖南各地都相繼發現。國外日本及朝鮮亦有。1936年南京鍾山第二化松毛虫卵寄生率達71.79%，对控制松毛虫卵是起了一定的作用。曾於1936年進行了簡單的考查。

1. 生活年史　在杭州室內考查，一年發生8代，以蛹在卵內越冬，次年4月下旬(1937)或5月中旬(1936)開始羽化，即產卵寄生於第一化松毛虫卵內。各化發育經过天數，隨温度上昇而縮短，至第6化後温度降低，天數又增加，一世代最短14天，平均温度为29°C；最長57天，平均温度14°C。越冬的第8化經过5.5—6个月，平均温度为8.2°C。

表13 平腹小蜂生活史的考查(杭州，1936—1937)

化次	試用蜂數	產卵期	化蛹期	羽化期	一世代發育經过天數			平均温度(°C)
					卵和幼虫	蛹	全期	
1	1	25/V	19?/VI	22/VI	—	—	28	23.0
2	6	23/VI-27/VI	1/VII-6?/VII	16/VII-18/VII	8—11	6—10	16—17.17—18	28.2
3	8	11/VII-23/VII	19/VII-2?/VIII	27/VII-9/VIII	5—10	7—10	15—16.75—20	28.9
4	7	27/VII-4/VIII	6/VIII-12?/VIII	13/VIII-19/VIII	7—11	6—8	14—15.29—16	28.9
5	9	15/VIII-18/VIII	20/VIII-28/VIII	1/IX-4/IX	7—11	6—10	18—16.89—18	27.3
6	14	1/IX-9/IX	11/IX-17/IX	20/IX-15/X	8—11	7—28	19—22.00—36	23.9
7	10	21/IX-5/X	8/X-22/X	24/X-1/XII	11—20	16—31	33—44.70—51	17.1
8	3	24/X-27/XI	19/XII-28/XII	37,21/IV-27/IV	42—62	117—123	162—173.33—179	*9.1/8.2

* 化蛹以前的平均温度

卵和幼虫期經过 5—20 天，越冬的第 8 化需 42—62 天，蛹期 6—31 天，越冬蛹 4 个月(表13)。

2. 生殖力和寄生力　　一雌蜂的產卵數还不够明瞭，1936 年考查，一雌蜂寄生的寄主數最多 42 卵，最少 2 个，一般以 20—25 为多數。一寄主只羽化一个子蜂，它的生殖力及寄生力，即一雌蜂至多能生 42 个子代，殺死 42 个寄主卵。又在 1937 年第一、二化考查結果，一雌蜂最多有 51 个子代，最少 7 个，15 对蜂平均生殖數为 27.07，第一化平均 36.28 头，第二代平均 23.73 头。

3. 性比　　自然界雌蜂佔多數，1934 年湯溪第一化松毛虫卵檢查結果，雌性佔 83.97%；1936 年南京鍾山第一化松毛虫卵內雌性佔 88.39%，二化卵 75.71%。在室內飼育雌蜂往往不交尾即孤雌生殖，下代雄蜂增加。1936 年飼育結果，各化性比都很小，在第 7 化中 22 对蜂中有 17 个未受精，子蜂全部雄性，平均性比僅 2.44%。其他各化也有个别蜂的子代全是雄性。最大性比为第 4 化 51.04%，第 5 化次之佔 40.78%(表14)。

表 14　平腹小蜂室內飼育性比考查(杭州，1936)

化　次	1	2	3	4	5	6	7	8
性　比%	21.45	18.63	19.05	51.04	40.78	19.52	2.44	4.35

4. 寿命　　在室內飼育結果，平均温度在 4—16°C 時寿命最長，雌蜂可活 81 天，雄蜂 68 天。平均温度在 27—30°C，雌蜂可活 16 天，多數在 5—6 天；雄蜂最長 18 天，多數 3—6 天；一般雄蜂較雌蜂为短(表15)。

5. 傳播　　一般旋小蜂類雌蜂飛翔力很弱，主要依靠跳躍而移動，關於平腹小蜂的傳播能力还不了解。

6. 補充寄主　　平腹小蜂的補充寄主，在國內已發現的，只有黃斑蝽(*Erthesina fullo* Thunb.)卵，1936 年 5 月 25 日在杭州試行接种，6 月 22 日羽化。1954 年 2 月东安松毛虫工作組在东安九區溪源鄉松針上採到一种枯葉蛾卵，於 4 月 30 日羽化出平腹小蜂。根据 Ashmead 氏的記載，在日本亦能寄生在一种枯葉蛾卵上。它的寄主比較多，在自然界可能还有其他補充寄主。

7. 越冬　　平腹小蜂以蛹在松毛虫卵內越冬，1935 年 12 月 4 日在長兴香山採到的松毛虫卵，至 1936 年 5 月 14 日羽化平腹小蜂。亦有在其他寄主卵內越冬。凡在 10 月中旬產卵，12 月中旬化蛹的，当年就不会羽化，1936 年最遲羽化的在 11 月 27

表 15　平腹小蜂寿命考查(1936—1937)

化次	生活時間		雌蜂			雄蜂		
			最長	最短	平均	最長	最短	平均
1	14/V—3/VI	天數	20	11	19.18	8	8	8
		平均溫度	20.2°	20.3°	20.2°	20.4°	20.4°	20.4°
2	23/VI—9/VII	天數	15	2	5.58	15	2	5.36
		平均溫度	27.7°	27.5°	29.0°	27.7°	27.5°	28.4°
3	10/VI—20/VI	天數	10	1	5.28	10	1	3.35
		平均溫度	27.3°	30.4°	28.2°	28.1°	32.2°	27.8°
4	27/VII—22/VIII	天數	13	1	4.68	18	1	3.36
		平均溫度	28.2°	30.5°	28.8°	28.0°	31.1°	28.1°
5	13/VIII—5/IX	天數	16	1	4.70	6	1	2.8
		平均溫度	27.1°	28.5°	28.2°	29.7°	31.8°	28.9°
6	1/IX—28/IX	天數	25	1	5.21	5	1	2.72
		平均溫度	24.8°	29.4°	28.0°	28.9°	30.4°	28.3°
7	20/IX—11/XII	天數	81	1	24.44	16	2	6.5
		平均溫度	14.7°	20.2°	18.6°	21.0°	22.1°	20.6°
8	24/X—'37,24/I	天數	67	31	45.71	68	2	26
		平均溫度	8.3°	8.9°	7.5°	5.8°	16.6°	9.2°

日，当日給以寄主卵，就沒有產卵寄生。越冬蛹至次年 4 月下旬或 5 月中旬才羽化，經过 117—123 天。

8. 活動　平腹小蜂喜日中活動，常以產卵器刺伤寄主卵，形成小孔以流出汁液为食，並不產卵，因此增加了实用價值。在產卵時可產入已發育成胚胎的寄主卵內，如已有近成熟的寄主胚胎或其他寄生幼虫，即不產入。

9. 寄生率的消長　此蜂在各地的寄生率，一般都不高，第一化松毛虫卵常在 1% 以下；第二化松毛虫卵多在 2—10%。最高的寄生率为 1936 年南京鍾山第二化松毛虫卵達 71.79%，对消滅松毛虫卵起了一定的作用(表16)。

表 16　平腹小蜂寄生率考查

地點	一化卵	二化卵
長兴(香山) 1935	6.51 %	5.13 %
長兴(香山) 1936	0.09 %	10.18 %
常山 1954	4.94 %	4.59 %
江山 1954	0.16 %	4.79 %
湯溪 1954	0.25 %	1.45 %
壽昌 1954	0.15 %	2.04 %
东陽 1954	0.83 %	2.83 %
东安 1954	3.50 %	2.17 %
南京(鍾山) 1936	0.46 %	71.79 %

（四） 利用的方向和措施

根据目前对松毛虫寄生蜂的了解和評價，以卵寄生蜂为最有希望，其中尤以松毛虫黑卵蜂前途更大，針对它的生活習性和环境条件，就个人不成熟的看法，在松毛虫生物防治工作上，可有以下四个方向和十項措施。

（一） 四个方向

研究生物防治的主要目标，在調整和改造自然界生物的成分以控制害虫，能經常的不会猖獗成災。应用的方法具有多种多样的形式，就利用松毛虫黑卵蜂來說，可着重以下四个方向：

1. 保護和增加当地的黑卵蜂；

2. 大量培养和放散黑卵蜂；

3. 移殖黑卵蜂；

4. 提高黑卵蜂的生活力和防治效能。

（二） 十項措施

在目前進行生物防治工作，先要有詳密的準备工作，並且要有計劃的、有步驟的結合已定的方向進行各項措施：

1. 基本調查——为了進行生物防治準备条件，必須做好各項調查工作：

(1) 松毛虫生活年史的考查——在各地分别進行林中考查，必須掌握各地發蛾期与產卵期的消長情况。

(2) 松毛虫災害消長情况的調查——指定地區作經常的虫口調查，明瞭松毛虫的發展趨向和週期年限。

(3) 繼續考查松毛虫天敌的种類和分佈——在全國範圍內，分區進行考查，並应重點的了解它的寄生率和在生物防治上的價值。

2. 主要卵寄生蜂生态研究和消長情况的考查——以黑卵蜂为主進行生活史与生長繁殖有關的關鍵性問題的研究。在各代表地區分别進行卵寄生蜂消長情况的調查，在松毛虫羽化和產卵期內，每隔 5—10 天採卵檢查寄生率，同時亦進行幼虫和蛹的天敌在生物防治上效能的考查。

3. 補充寄主的考查——了解主要卵寄生蜂尤其是黑卵蜂的補充寄主的种類，它的食料植物，生活年史，虫口密度与寄生率消長情况，应在全國各代表地區分别進行調查。

4. 塡充寄主試驗——我們已初步了解，松毛虫黑卵蜂越冬成虫在江浙一帶三月

中即活動，当時沒有松毛虫卵又少補充寄主供給它產卵，一直要等到五月中旬才有松毛虫卵。在此二个月的空白時期中，黑卵蜂繼冬季長時間与不良气候作鬥爭遭到很多死亡，在春季活動之後，不能及時產卵和得到充分食料，因此又有許多伤亡，造成春季凋落現象。为了補救它生活年史中这一弱點，应進行人工塡充寄主——松毛虫卵或其他補充寄主，供黑卵蜂及時產卵寄生。一面可保護着越冬黑卵蜂不致再遭死亡，一面可多繁殖一至二世代，估計可增加自然界黑卵蜂虫口一世代 12—16 倍，二世代 150—250 倍。塡充寄主的來源可採用以下兩个方法：

(1) 室內繁殖越冬松毛虫幼虫，準备在 3 月下旬羽化產卵，作第一世代塡充。4 月下旬再做第二世代塡充。

(2) 由廣东、廣西等地區，採收第一化松毛虫蛹，运到江、浙、赣、湘，在 3 月下旬羽化產卵，供塡充之用。

5. 植物相的考查——單純松林供給丰富食料，对松毛虫的生活有利，相反的对它的天敌是可能不利的。植物的种類多，害虫羣落的組成种類亦丰富，能供給多种補充寄主、食料植物和棲息植物。首先進行調查了解需要情况，再結合林業經营，有計劃有目的地改造林中自然环境条件。

6. 合理使用藥剂的試驗——应用藥剂防治松毛虫，在目前仍是一个重要措施，为了得到更大的效力，应該一面消滅了松毛虫，同時不妨害天敌，使天敌繼續消滅遺留下來的一部分害虫。否則玉石俱燬，会減低使用藥剂应有的效果。一般施用藥剂時应首先选擇最適合的藥剂，其次要选擇用藥最適合的時期，能避免主要寄生蜂的羽化和產卵時期。

7. 合理的防治分工和处理害虫——進行害虫防治，应做好合理分工，在那一虫期天敌最有效，即留作生物防治，其他虫期应用别种方法，这样一面減少害虫虫口，一面保護和增殖天敌，会得到好的效果。如川北防治桑木蝨(*Anomoneura mori* Schwarz.)，若虫期有囓小蜂(*Tetrastichus* sp.)和捕食昆虫，在防治上有一定作用，这虫期即不進行其他防治，在成虫密集期和產卵期進行網捕成虫和摘卵葉，因之若虫寄生率迅速提高，1938—1942 年，由 5.6% 增至 68.5%，春桑葉的損失由 46.49% 減至 1.79%。在松毛虫的卵期有很多寄生蜂可留待生物防治，如進行採摘時，必須合理处理，保護天敌，在目前情况仍有進行試驗的必要。

8. 卵寄生蜂的大量培养——在需要人工補充松毛虫黑卵蜂或其他卵寄生蜂的地區，可用人工大量繁殖，準备在適合的時期用一定的數量散放到林中去，增加自然界

卵寄生蜂消減卵的力量，能達到預防幼虫为害的目的。大量繁殖工作应注意以下問題：

(1) 繁殖用寄主——松毛虫有終年可供給的松針作飼料，在大量繁殖工作上提供了有利条件，可用松毛虫卵为繁殖用寄主，培育的黑卵蜂生活力也是比較强。

(2) 要在接近自然环境下培养——希望有强大生活力的卵寄生蜂，必須在接近自然环境下培育出來。在定温定濕的条件下繁殖的寄生蜂，生活力会逐步減退，驕生惯养的蜂，經不起在自然界变化的条件下考驗，一旦散放就会很快遭到伤亡，效果很小，这是資本主义國家过去所用已失敗的方法。

(3) 注意復壯——在大量培养時应防止黑卵蜂生活力的退化，經常作生活力的考查，時常調換原种或用其他復壯方法。

(4) 工作簡便——为了將來適合廣大農村裏应用，設备力求簡單，方法要便利而經济。

9. 移殖黑卵蜂——在缺乏黑卵蜂地區，可从松毛虫猖獗區已在走向低潮的林中，一般卵寄生蜂很多的，於產卵盛期後採集松毛虫卵，移送到趨向高潮的林區，進行有安全準备的放蜂。同時蛹期亦可進行移送，輸入蛹期寄生及跨期寄生的蜂和寄生蠅等，对消滅幼虫或蛹也有一定作用，可帮助減少下一代为害。

10. 關於提高生活力的工作——松毛虫黑卵蜂分佈廣，品系多，是進行提高生活力和創造新型的有利条件。在这一工作上应大力展開，努力学習苏联先進經驗做好选擇、移种和雜交工作，以提高生活能力。

總的來說，在國內松毛虫寄生蜂种類多，分佈廣，適应性强，为提高生活力和防治效力具备了丰富的条件。应用寄生蜂來防治松毛虫是有很大前途的。从三种卵寄生蜂來看，以松毛虫黑卵蜂最优，針对它在生活上及环境条件上的缺點，進行有計劃的改造和調整，以控制松毛虫的猖獗，是完全可能的。我們有信心，在中國科学院昆虫研究所的統一領導下，全國昆虫工作同志的努力，勝利完成这一任务是不太远的。

總 結

松毛虫的卵寄生蜂，主要的有松毛虫黑卵蜂（*Telenomus dendrolimusi* Chu）、赤眼蜂（*Trichogramma evanescens* Westwood）和平腹小蜂（*Anastatus gastropachae* Ashmead）。前兩种能寄生於馬尾松毛虫（*Dendrolimus spectabilis* Butler）及落葉松的西伯利亞松毛虫（*Dendrolimus sibiricus* Tschtur）的卵內。平腹小蜂僅見寄生於

馬尾松松毛虫卵內。

松毛虫黑卵蜂——一年10化，成虫越冬，一雌的生殖力最大產48卵，性比大，可達90%，世代短，11天即能完成一世代，繁殖迅速。寄主專一，自然界寄生率逐步上昇，容易提高寄生率。傳播快，寿命長，無过寄生；分佈廣，適应性强，都是它的优點。惟成虫越冬期長，死亡多，与松毛虫卵期不銜接，又少補充寄主，在浙江有二个月的空白缺寄主時期，会造成春季死亡，是它最大缺點。

赤眼蜂——一年18—19代，以蛹越冬。生殖力大，一雌最多產生121头子蜂；性比大，可達97%；世代短，6天即可完成一代，繁殖更速。寄主多而不凋落，分佈廣，適应性强，是它的优點。但是傳播盲目被動，寿命短，有过寄生，寄主不專一，自然界寄生率呈波浪狀，不穩定，人为提高寄生率要有一定条件。

平腹小蜂——一年8代，以蛹越冬，生殖力尙优，一雌最多可生51个子代；野外性比大，可達88%；世代較長，最短須14天，繁殖速度不及前兩种。每一寄主卵只寄生一头，因此寄生力比前兩种大。有少數補充寄生，容易提高寄生率。雌蜂能刺殺寄主卵取食，增加殺卵率，傳播力弱，只能在有条件地區起控制作用。

根据三种卵寄生蜂考查的結果和目前的了解，以松毛虫黑卵蜂为最有希望。針对它的生活上和环境上存在的缺點和問題，可着重以下四个方向進行研究利用的方法：(1)保護和增加当地的黑卵蜂；(2)大量培养和放散黑卵蜂；(3)移殖黑卵蜂；(4)提高黑卵蜂的生活力和防治效能。結合以上的方向，並提出關於目前要做的生物防治工作的十項措施，以供参考。

参 考 文 献

[1] 祝汝佐　1936(1)　中國甲腹小繭蜂亞科及一新种之記述。昆虫与植病，4(35)：682—5。
[2] 祝汝佐　1936(2)　赤眼蜂生活之研究。浙江省昆虫局年刊，5：164—78。
[3] 祝汝佐　1937　中國松毛虫寄生蜂誌。昆虫与植病，5(4—6)：56—103。
[4] Б. В. 雷弗金　1952　鬥爭森林害虫的生物防除法。科学出版社，1—69。
[5] Б. В. 雷弗金　1954　松毛虫卵寄生蜂。中國林業，4：26—8。
[6] М. Ф. 柯瓦列娃　1954　提高赤眼蜂防治作物害虫效果的途徑。苏联昆虫学論著选譯，科学出版社，101—118。
[7] 中國科学院昆虫研究所、中國林業部林業科学研究所　1954　东安馬尾松松毛虫天敌研究的初步報告。
[8] 中國科学院昆虫研究所、中國林業部林業科学研究所　1954　落葉松松毛虫發生規律研究的初步報告。
[9] 華东農業科学研究所、浙江林業廳　1954　松毛虫工作總結。

BIOLOGICAL INVESTIGATIONS ON HYMENOPTEROUS EGG-PARASITES OF THE PINE CATERPILLAR AND THEIR UTILIZATION IN BIOLOGICAL CONTROL

CHU JOO-TSO

Cheking Agricultural College

In this paper the writer reports on the result of his investigation on three hymenopterous egg-parasites of *Dendrolimus spectabilis* Butler on *Pinus massoniana* Lamb and *Dendrolimus sibiricus* Tschtun on *Larix gmelini* Pilg., together with suggestions for practical application of *Telenomus dendrolimusi* Chu in biological control.

1. *Telenomus dendrolimusi* is the most important hymenopterous parasites of *Dendrolimus* eggs and is widely distributed in China. This species has 10 generations a year, and the mated females over winter becoming active about the middle of March the following year. The eggs of the first brood of the pine caterpillar, however, are produced and subjected to parasitization in the middle part of May. A large number of the overwintered adults of *Telenomus dendrolimusi* perished from low temperature in cold winter, and from shortage of food or hosts in spring.

The duration of each generation varies with temperature, the shortest period is 11 days; from oviposition to pupation 6 days are required and the pupal stage takes 5 days under average temperature of 30°C. The longest period of a generation is 53 days, taking 32 days from oviposition to pupation and 21 days in the pupal stage under average temperature of 14.8°C.

Base on a study of 12 females, a maximum of 48 eggs, a minimum of 21 and an average of 39 eggs were oviposited by each individual. The number of the host-eggs parasitized by a female *Telenomus* varied from 6 to 14, with an average of 11 eggs. Parasites found in an egg varied from 1 to 7. 48.18% of the eggs studied contained 3 parasites per egg, and 20.91% contained 4 parasites, averaging 3.25 parasites per egg.

Of the population in the field the females usually number over 70%, sometimes amounting to 90.48%. Usually less than 10% of the first brood of the pine caterpillar eggs are parasitized, while in the second brood, the number of parasitized eggs reaches as high as 77.77%.

This species can reproduce parthenogenically. Adults from the unfertilized eggs being all males. Only one other undetermined species of Arctiidae, beside the pine caterpillar, is found to be successful as a host of *Telenomus dendroli-*

musi under laboratory conditions.

2. *Trichogramma evanescens* Westwood, widely distributed in China, is a well-known eggs-parasite of various insect pests. This species has 18-19 generations a year and hibernates in the pupal stage in some suitable host eggs.

The duration from the egg to the adult stage generally requires 6-26 days. The overwintering generation lasts about 5 months. Over 20 days are required by a generation developing under temperature conditions below 20°C. 9-14 days are required at 21-27°C, and only 6-8 days above 27°C.

A female of *Trichogramma evanescens* can produce a maximum of 121 adults, a minimum of 5 and an average of 66.86 adults. A female can parasitize 2-16 host eggs, 8.09 being the average. The number of individuals developing from one host eggs usually varies with the size of the eggs parasitized. The largest number is 33 from one pine caterpillar eggs.

The females in a population usually occupy more than 84%, and sometimes reach 96.89%. The proportion of females is correlated with the size of the host eggs, i. e. the larger the host egg, the higher the percentage of females will be.

In the laboratory the parasites were reared with success with any such host eggs as from newly deposited to the day before hatching, or with infertile eggs before desiccating, or with dead eggs kept in cold storage.

3. *Anastatus gastropachae* Ashmead is also a common egg-parasite of *Dendrolimus spectabilis* Butler. This species has 8 generations a year and overwinters in the pupal stage in the eggs of the pine caterpillar or in eggs of other host insects. The adults emerge from the last part of April to the middle of May and parasitize the first-brood eggs of the pine caterpillar. The duration of a generation varies with temperature. The shortest period for a generation is 14 days under an average temperature of 29°C.; the longest period is 57 days with temperature averaging at 14°C. The overwintering generation requires 5.5-6 months.

A female can parasitize a maximum of 51 host eggs; from each egg only one adult is produced. The proportion of females in the field is estimated at 75-88%. The female adult lives for 81 days under an average temperature below 16°C and only 16 days at 27-30°C. The males are short-lived as compared with the females.

The amount of the pine caterpillar eggs parasitized varies with different places and seasons. The percentage of parasitized eggs of the first brood is always lower than that of the second brood. The highest perc entage of parasitized second-brood eggs was recorded as 71.79 % at Nanking in 1936.

4. The results of this biological studies indicate that *Telenomus dendrolimusi*

is the best of the three parasites investigated. In utilizing *Telenomus dendrolimusi* for biological control, the following may be suggested: (1) Protecting and raising the population of the native *Telenomus*; (2) Mass-production and liberation of *Telenomus*; (3) Transportation of *Telenomus*; (4) Strengthening the acitvity of *Telenomus*.

The writer also suggests ten items of procedure for researches on biological control.